

SIMULASI ANTRIAN DI PELABUHAN**(“Studi Kasus : Pelabuhan Soekarno”)****Jesenia Matasik¹⁾, Khaeruddin²⁾, Agustinus Ribal³⁾****Jeseniamatasik2@gmail.com¹⁾, khaeruddin@gmail.com²⁾, agus.ribal@gmail.com³⁾**¹⁾Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin

Jln. Perintis Kemerdekaan, Makassar, Indonesia, Kode Pos 90245

QUENE SIMULATION IN HARBOUR**(“Study Case : Soekarno Harbour”)****Jesenia Matasik¹⁾, Khaeruddin²⁾, Agustinus Ribal³⁾****Jeseniamatasik2@gmail.com¹⁾, khaeruddin@gmail.com²⁾, agus.ribal@gmail.com³⁾**¹⁾Departement of Mathematic, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University

Perintis Kemerdekaan Street, Makassar, Indonesia, Post Code 90245

ABSTRAK

Dalam skripsi ini dilakukan penelitian tentang simulasi antrian di pelabuhan dengan menggunakan kasus nyata, yakni kasus antrian di Pelabuhan Soekarno-Hatta Makassar khususnya di Dermaga Soekarno. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rata-rata panjang antrian, rata-rata waktu menunggu, rata-rata lamanya kapal di pelabuhan, dan tingkat kesibukan dermaga, yang pada akhirnya diharapkan dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan tentang perlu tidaknya penambahan panjang/fasilitas dermaga. Untuk mencapai tujuan tersebut, terlebih dahulu dilakukan beberapa simulasi untuk pengujian sistem yang meliputi simulasi antrian layanan dermaga tunggal untuk 10 kapal dan simulasi antrian layanan dermaga tunggal selama 30 hari. Selanjutnya dilakukan simulasi antrian layanan dermaga dengan panjang 1000 m untuk 100 kapal. Waktu kedatangan kapal diasumsikan berdistribusi Poisson. Hasil simulasi antrian di dermaga Soekarno menunjukkan bahwa rata-rata panjang antrian, rata-rata waktu tunggu, serta rata-rata waktu kapal di pelabuhan tidak dapat dijadikan alasan untuk penambahan panjang/fasilitas dermaga, namun tingkat kesibukan dermaga yang mendekati 100% menunjukkan bahwa perlunya penambahan fasilitas/dermaga untuk menunjang kinerja pelabuhan.

Kata Kunci : Simulasi, Antrian, Pelabuhan Soekarno-Hatta, distribusi Poisson.

ABSTRACT

Queuing simulations in a harbour based on the real data has been done in this final project. This research has taken a case study in Soekarno-Hatta Makassar port especially in Soekarno harbour. This research aims to predict the average number of ships in the queuing system, average time spent in the queue, average service time for each ship, and level of dock utilization. The results of this research can be used by decision maker about the harbor in order to improve the length of the harbor or even facilities. To achieve these purposes, some simulations to verify the system have to be carried out. After that, queuing simulations of the harbor using 10 ships with single server and duration of the simulation is 30 days. Furthermore, queuing simulations for the harbor using 1000 m length harbor and 100 ships. Arrival time is assumed Poisson distribution. Queuing simulations in Soekarno harbour show that there is not enough information to draw the conclusion of whether or not the length of the harbour can be extended. Similar cases happen for facilities of the harbour. However based on harbour utilizations, it is recommended that the harbour has to be extended and the facilities have to be improved or some additional facilities have to be constructed.

Keywords: Simulation, Queuing, Soekarno-Hatta Port, Poisson distribution.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki sekitar 13.487 pulau, yang terpisah oleh laut. Sarana dan prasana merupakan dua hal penting yang sangat mempengaruhi transportasi laut, yaitu kapal laut dan pelabuhan. Pelabuhan sebagai tempat peralihan antar moda transportasi darat dan laut yang memiliki peran yang sangat penting dan strategis dalam menunjang perekonomian nasional dan daerah. Pelayanan kapal di pelabuhan terdapat pelayanan atas labuh, pemanduan, tunda, penambatan, *bunkering*, dan naik turun penumpang.

Proses bongkar muat kapal adalah salah satu aspek penting pada setiap dermaga di Pelabuhan Soekarno Hatta yang akan mempengaruhi antrian kapal yang akan masuk atau keluar dari pelabuhan. Sering kali dalam proses bongkar muat mengalami keterlambatan yang disebabkan oleh berbagai hal di antaranya proses sandar kapal yang belum tepat waktu, kurangnya koordinasi dalam proses bongkar muat, tidak adanya *ship crane* atau keran kapal, sarana pengangkut yang kurang efektif, kendala penambatan dan lain sebagainya.

Keterlambatan proses bongkar muat akibat antrian yang panjang menyebabkan banyak hal diantaranya barang – barang yang diangkut tidak tiba tepat waktu. Selain itu, lambatnya proses bongkar muat akan menambah biaya sandar kapal. Hal ini menunjukkan bahwa aktifitas yang tinggi di pelabuhan tersebut menyebabkan antrian kapal.

Pada penelitian ini akan simulasi pelayanan pelabuhan secara khusus di pelabuhan Soekarno untuk memperoleh gambaran tentang rata-rata waktu tunggu kapal dalam antrian di pelabuhan, rata-rata waktu pelayanan dalam satuan waktu tertentu, tingkat utilisasi dermaga (tingkat kesibukan dermaga), dan antrian terpanjang. Dengan adanya data tersebut dapat diputuskan perlu atau tidak menambah panjang dermaga.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Sistem

Sistem adalah kumpulan objek yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan logis dalam suatu lingkungan yang kompleks.

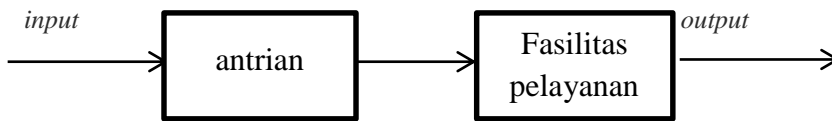
2.2 Sistem Antrian

Teori antrian pertama kali dikemukakan oleh A. K. Erlang, seorang ahli matematikawan Denmark pada tahun 1913 dalam bukunya *Solution of some Problems in the Theory of Probability of Significance in Automatic Telephone Exchange*. Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan

A. Dasar Model Antrian

Ada beberapa dasar dari model antrian yaitu sebagai berikut (Lieberman, 2008):

1. Elemen Pokok Dalam Sistem Antrian



Gambar 2.1 Elemen Pokok Dalam Sistem Antrian

2. Sumber Masukan (Input) atau Kedatangan

Kedatangan memiliki karakteristik seperti ukuran populasi, perilaku, dan sebuah distribusi statistik.

3. Disiplin Antrian

Disiplin pelayanan adalah suatu aturan yang dikenalkan dalam memilih pelanggan dari barisan antrian untuk segera dilayani. Pembagian disiplin pelayanan adalah sebagai berikut :

- First come first served (FCFS)* atau *first in first out (FIFO)*.
- Last come first served (LCFS)* atau *last in first out (LIFO)*.
- Service in random order (SIRO)*
- Priority service (PS)*

4. Panjang Antrian

5. Waktu Pelayanan

6. Keluaran (Output)

B. Struktur Dasar Antrian

Ada 4 model struktur dasar antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian (Taha, 1997):

- Single Channel-Single Phase*
- Single Channel-Multi Phase*
- Multi Channel-Singel Phase*
- Multi Channel-Multi Phase*

2.3 Model Sistem

Model didefinisikan sebagai suatu deskripsi logis tentang bagaimana sistem bekerja atau komponen-komponen berinteraksi. Dengan membuat model dari suatu sistem maka diharapkan dapat lebih muda untuk melakukan analisis. Hal ini merupakan prinsip pemodelan yaitu bahwa pemodelan bertujuan untuk mempermudah analisis dan pengembangannya. Melakukan pemodelan adalah suatu cara untuk mempelajari sistem dan model itu sendiri dan juga bermacam-macam perbedaan perilakunya

2.4 Simulasi Sistem Antrian

Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses- proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah. Keuntungan dan kelemahan simulasi diuraikan sebagai berikut :

a. Keuntungan Simulasi

1. Biaya

Dengan simulasi, perubahan dapat dilakukan dengan hanya membutuhkan biaya waktu untuk mengubah model dan tanpa gangguan dalam pengoperasian sistem dunia nyata.

2. Waktu

Simulasi dapat menjalankan banyak dan lebih cepat dibandingkan real time.

3. Pengendalian kondisi eksperimental
Dengan model simulasi kondisi percobaan dapat diulang berkali-kali.
 4. Pemodelan variabilitas
Menyatakan bahwa simulasi mampu memodelkan variabilitas dan dampaknya.
 5. Membatasi Asumsi
Simulasi hanya membutuhkan sedikit asumsi, meskipun tujuannya untuk menyederhanakan model.
 6. Transparansi
Simulasi ini menarik karena lebih intuitif dan tampilan animasi dari sistem dapat dibuat, memberikan pemahaman non-pakar yang lebih besar dan kepercayaan diri dalam model.
- b. Kelemahan Simulasi
1. Mahal
Perangkat lunak simulasi tidak selalu murah dan biaya pembangunan dan penerapan mungkin cukup besar, terutama jika konsultan harus dipekerjakan.
 2. Membutuhkan banyak data
Kebanyakan model simulasi memerlukan jumlah data yang signifikan.
 3. Membutuhkan keahlian
Hal ini membutuhkan keterampilan, antara lain, pemodelan konseptual, validasi dan statistik, serta keterampilan dalam bekerja dengan orang-orang dan manajemen proyek. Keahlian ini tidak selalu tersedia.
 4. Terlalu Percaya Diri
Ada bahaya bahwa apa pun yang dihasilkan pada komputer dipandang tepat. Simulasi ini lebih diperburuk dengan penggunaan tampilan animasi, memberikan penampilan realitas.

2.5 Beberapa Distribusi untuk Pola Kedatangan

- a. Distribusi Poisson
Rumus umum distribusi Poisson adalah.

$$P(X = x) = \begin{cases} \frac{(\alpha)^x e^{-\alpha}}{x!} & , x = 0, 1, 2, \dots \\ 0 & , \text{lainnya} \end{cases}$$

- b. Distribusi Eksponensial
Variabel acak kontinu X memiliki sebuah distribusi eksponensial, dengan parameter β , jika fungsi kepadatan peluangnya diberikan oleh:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta} e^{-\frac{1}{\beta}x} & , 0 < x < \infty \\ 0 & , x \text{ lainnya} \end{cases}$$

- c. Distribusi Seragam
Bentuk dari fungsi kepadatan peluangnya yaitu (Suherman, 2009) :

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta - \alpha} & , \alpha < x < \beta \\ 0 & , x \text{ lainnya} \end{cases}$$

2.6 Pembangkitan Bilangan Acak

Bilangan acak adalah bilangan yang tidak bisa diprediksi kemunculannya. Bilangan acak diaplikasikan dalam berbagai hal, termasuk masalah perjudian, menemukan sebuah luas atau volume, dan pemodelan sistem yang kompleks yang lebih besar seperti operasi tempur berskala besar atau situasi kontrol lalu lintas udara. Untuk mendapatkan bilangan acak dapat digunakan beberapa fungsi bilangan acak komputer yang telah tersedia pada komputer, misalnya $R = \text{RND}(Z)$, dimana R adalah bilangan acak yang dibangkitkan sedangkan Z adalah konstanta. Bahasa pemrograman, seperti Pascal, Basic, JAVA, dan perangkat lunak lainnya (misalnya MATLAB dan EXCEL) adalah bahasa program yang dapat membangkitkan bilangan acak.

JAVA adalah salah satu bahasa pemrograman yang sangat terkenal yang dapat digunakan untuk menulis program. Bahasa JAVA dikembangkan di *Sun Microsystems* dan mulai diperkenalkan ke publik pada tahun 1995. Seperti halnya C++, JAVA juga merupakan bahasa yang berorientasi objek.

2.7 Tingkat Utilisasi Dermaga (Tingkat Kesibukan)

Rumus untuk alokasi tingkat kesibukan rata-rata adalah

$$u(n) = \frac{\int_0^{\hat{T}(n)} B(t) dt}{T(n)}$$

dimana

B = bernilai 0 untuk menganggur atau 1 untuk sibuk .

dt = lamanya waktu yang B diamati .

T = total panjang waktu untuk simulasi .

2.8 Pelabuhan Makassar

Seiring pertumbuhan Kerajaan Makassar menjadi kerajaan maritim maka tumbuh pula pelabuhan yang menjadi pusat perdagangan Nusantara, Arab, Cina dan Eropa. Pedagang Melayu menjadikan wilayah ini sebagai pusat perdagangan pada pertengahan abad ke-16, dan sejak awal abad ke-17 Makassar menjadi titik komersial.. Pada tanggal 1 Desember 1992 secara resmi pelabuhan di Makassar diberi nama Soekarno-Hatta.

3. Metode Penelitian

3.1 Data

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Pelindo IV Makassar bulan september 2015. Data sekunder ini terdiri dari panjang kapal, nama kapal, waktu tiba kapal, waktu bongkar, dan waktu berangkat kapal.

3.2 Pelabuhan Soekarno Hatta

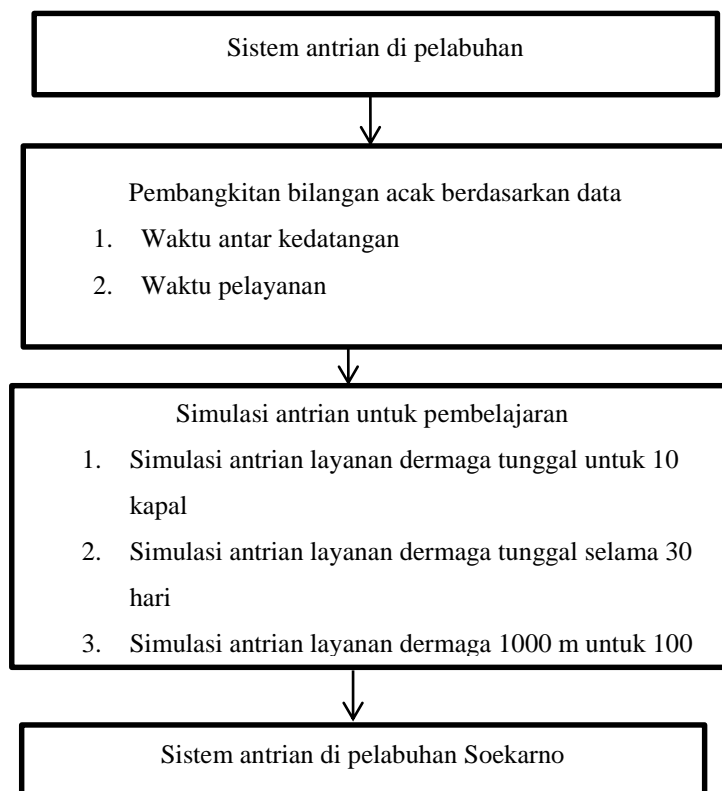
Pelabuhan Makassar (Soekarno Hatta) terletak di kawasan timur Indonesia, meski secara geografis masih berada di bagian tengah kepulauan Indonesia (Pulau Sulawesi).

Pelabuhan soekarno memiliki panjang dermaga 1360 m yang dapat memuat 10 sampai 11 kapal. Kapal-kapal yang bisa masuk di dermaga ini yaitu kapal cargo (misalnya, semen bosowa, tonasa, pupuk curah dan aspal), dan kapal penumpang.

Untuk pelabuhan Hatta memiliki panjang dermaga 1000m yang dapat memuat 5 kapal di tambah 1 kapal curah. Khusus untuk dermaga ini hanya memuat kapal container dan kapal curah.

Pada pelabuhan Hasanuddin, dermaganya khusus untuk kapal ro-ro – ro-ro (misalnya kapal semen kecil) dan kapal perintis dengan kapasitas kecil. Kapal ini hanya memuat maksimal 3 kapal karena hanya memiliki panjang dermaga 200 m.

3.3 Langkah – Langkah Simulasi Data



Gambar 3.1 Alur Kerja

4. Hasil & Pembahasan

4.1 Deskripsi Umum Antrian Kapal di Pelabuhan

Secara umum antrian disebabkan oleh kebutuhan konsumen untuk dilayani melebihi kemampuan fasilitas pelayanan, sehingga konsumen yang datang tidak dapat langsung mendapatkan pelayanan. Hal yang sama terjadi pada pelayanan pelabuhan dimana fenomena antrian sering terjadi bisa disebabkan oleh kerusakan alat yang menunjang untuk melakukan bongkar muat atau tenaga kerja yang kurang memadai, kurangnya ketersediaan gudang, keterbatasan kapasitas tempat sandar kapal di dermaga dan lain-lain.

Dalam pelayanan kapal di pelabuhan berlaku sistem prioritas. Di dalam sistem ini sebisa mungkin kapal penumpang yang menjadi prioritas karena mengangkut orang, sehingga kapal barang harus menunggu sampai ada dermaga yang tersedia dan di antrian tidak ada kapal penumpang.

4.2 Uji Kesesuaian Distribusi Pola Kedatangan

Pengujian distribusi waktu antar kedatangan kapal di pelabuhan dilakukan dengan mengasumsikan bahwa polanya mengikuti distribusi tertentu. Data diuji dengan menggunakan program SPSS untuk menguji asumsi data dengan menggunakan Kolmogrov-Smirnov dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Data berdistribusi Poisson

H_1 : Data tidak berdistribusi Poisson

Statistik uji : Tes satu sampel Kolmogrov-Smirnov

Tingkat signifikansi : $\alpha = 0,01$

Daerah penolakan : H_0 ditolak jika *significant value* $\leq \alpha$

Uji eksponensial dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan uji Poisson dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Uji Distribusi Eksponensial

		VAR00001	VAR00092
N		24	30
Exponential parameter. ^{a,b}	Mean	44,2917	35,4667
Most Extreme Differences	Absolute	,363	,486
	Positive	,225	,273
	Negative	-,363	-,486
Kolmogorov-Smirnov Z		1,780	2,663
Asymp. Sig. (2-tailed)		,004	,000

Sumber data : (Analisis data, 2016)

Pada output uji distribusi eksponensial, terlihat bahwa nilai Asymp. Sig (p-value) adalah 0,004 dan 0,000 lebih kecil dari $\alpha = 0,01$. Karena nilainya lebih kecil dari alpha yang ditentukan maka data tidak berdistribusi eksponensial.

Tabel 4.2 Uji Distribusi Poisson

		VAR00001	VAR00092
N		24	30
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	44,2917	35,4667
Most Extreme Differences	Absolute	,283	,113
	Positive	,202	,086
	Negative	-,283	-,113
Kolmogorov-Smirnov Z		1,386	,618
Asymp. Sig. (2-tailed)		,043	,840

Sumber data : (Analisis data, 2016)

Output pada uji distribusi poisson menunjukkan bahwa data berdistribusi poisson karena nilai Asymp. Sig (p-value) 0,043 dan 0,84 lebih besar dari 0,01 maka hipotesis H_0 pada uji distribusi poisson diterima.

4.3 Data Umum Untuk Simulasi

- Data Waktu Antar Kedatangan

Data antar waktu diasumsikan sebagai waktu pertama kali kapal tiba di dermaga. Waktu antar kedatangan dalam simulasi secara umum adalah pembangkitan bilangan acak berdistribusi eksponensial dengan interval waktu tertentu.

- Data Waktu Pelayanan

Data waktu pelayanan adalah waktu yang di dalamnya terdapat pembongkaran muatan, pengisian logistik (air, bahan bakar, konsumsi dan logistik lainnya) dan naiknya muatan atau barang. Data yang dibangkitkan dengan memperhatikan jenis kapal, panjang kapal dan ukuran dari kapal. Bilangan acak dibangkitkan di dalam interval tertentu.

4.4 Simulasi Untuk Pembelajaran Sistem

Pada bagian ini akan dibahas mengenai beberapa kasus simulasi antrian di pelabuhan yang terbagi menjadi 3 yaitu :

1. Simulasi antrian layanan dermaga tunggal untuk 10 kapal.
2. Simulasi antrian layanan dermaga tunggal selama 30 hari.
3. Simulasi antrian layanan dermaga 1000m untuk 100 kapal.

4.5 Simulasi Antrian di Pelabuhan Soekarno

4.5.1 Data

Data yang digunakan pada simulasi ini didasarkan data diambil dari pelabuhan Soekarno. Untuk data waktu antar kedatangan dibangkitkan dari interval angka 5 sampai 150 menit sesuai dengan data yang didapatkan dan telah diolah. Waktu antar kedatangan dibangkitkan berdasarkan distribusi eksponensial.

Data waktu pelayanan dibangkitkan dengan memperhatikan ukuran kapal. Semakin besar kapal maka akan semakin lama untuk dilayani. Pembagian ukuran kapal yang berbanding lurus dengan waktu pelayanan. Pembagian kapal dapat di lihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Jenis & Ukuran Kapal

Jenis Kapal	Kategori Kapal	Ukuran Kapal (meter)	Waktu Pelayanan (menit)
Kapal Penumpang	Sangat Besar	133 – 150	103-120
	Besar	115-132	85-102
	Sedang	97-114	67-84
	Kecil	79-96	49-66
	Sangat Kecil	60-78	30-48
Kapal Barang	Sangat Besar	150-184	1159-1440
	Besar	115-149	877-1158
	Sedang	80-114	595-876
	Kecil	45-79	313-594
	Sangat Kecil	9-44	30-312

Sumber Data : (Data Diolah Pelabuhan Soekarno-Hatta, 2015)

4.5.2 Input dan Output

Data yang diinput pada simulasi ini adalah waktu selama satu bulan yaitu 30 hari x 24 jam x 60 menit = 43200 menit. Output dari simulasi ini adalah *hartime*, *maxhar*, *waitime*, *maxwait*, *idletime*, kapal prioritas dan antrian maksimal yang terjadi selama proses simulasi.

4.5.3 Algoritma Program

Algoritma ini menjelaskan cara kerja program mulai dari menginput kapal sampai pada program mengeluarkan hasil. Secara khusus pada program ini menampilkan panjang antrian di dermaga Soekarno.

4.5.4 Hasil dan pembahasan

Setelah melakukan simulasi sebanyak 10 kali, diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.10.

Tabel 4.3 Simulasi Antrian di Pelabuhan Soekarno Sebanyak 10 Kali Pengulangan

No	Waktu rata-rata kapal di pelabuhan (menit)	Maksimum waktu kapal di pelabuhan (menit)	Rata-rata waktu tunggu (menit)	Maksimum waktu menunggu kapal (menit)	Waktu kosong dermaga (menit)	Maksimal antrian kapal	Banyaknya kapal yang masuk
1	203	1437	10,145	106	0,003	5	565
2	197	1438	4,276	187	0,001	4	563
3	116	1501	3,25	211	0,009	4	546
4	146	1629	3,899	191	0,004	4	565
5	218	1433	4,059	79	0,003	4	557
6	167	1437	4,087	149	0,001	4	579
7	140	1433	7,551	182	0,006	4	569
8	127	1589	3,795	161	0,005	5	553
9	195	1540	4,988	109	0,003	6	560
10	240	1595	13,226	219	0,005	4	575
Rata-rata (menit)	174,9	1503,2	5,9276	159,4	0,004	4,4	563,2
Rata-rata (jam)	2,915	25,05333333	0,098793333	2,656666667	6,66667E-05	0,073333333	9,38666667
Simpangan baku (menit)	41,70917831	78,77224554	3,333523001	47,67062921	0,002403701	0,699205899	9,87477145

Sumber Data : (Hasil Simulasi, 2016)

Kategori persentase terbesar standar deviasi dari nilai rata-ratanya adalah rata-rata waktu tunggu kapal, maksimum waktu tunggu kapal, dan waktu kosong dermaga secara berurutan yaitu 56 %, 30%, dan 60%. Melihat persentasenya yang besar maka dapat dikatakan bahwa nilai rata-rata waktu tunggu kapal, maksimum waktu tunggu kapal dan waktu kosong dermaga relatif berbeda. Hal ini disebabkan karena sistem prioritas yang akan mempengaruhi waktu pelayanan suatu kapal.

Untuk persentase waktu rata-rata kapal menunggu dan maksimum antrian kapal memiliki nilai yang tidak terlalu berbeda yaitu 24% dan 16%. Nilai ini masih bisa di kategorikan bahwa masih ada beberapa waktu kapal menunggu dan panjang antrian maksimal yang sama.

Kategori penyimpangan paling kecil yaitu maksimum waktu di pelabuhan dan banyaknya kapal yang masuk memiliki persentase sebesar 5 % dan 2 %. Itu artinya bahwa maksimum waktu kapal di pelabuhan dan banyaknya kapal yang masuk di dermaga memiliki nilai yang hampir sama karena penyimpangannya tidak lebih besar dari 5%.

Melihat rata-rata panjang antrian kapal hanya sekitar 4 saja dapat di kategorikan bahwa antriannya masih normal. Tetapi perlu diperhatikan aspek lain mengenai rata-rata waktu kosong dermaga yang hanya 0,004 menit. Ini berarti dermaga sangat sibuk hampir tidak waktu kosong.

Hal tersebut akan banyak menimbulkan masalah jika tidak ditindaklanjuti secara cepat. Salah satu contoh dampak yang bisa ditimbulkan adalah kerusakan alat yang akan menghambat pekerjaan di pelabuhan sehingga antrian kapal bisa meningkat.

Untuk itu diperlukan penambahan dermaga sebagai antisipasi hal-hal yang akan mempengaruhi kinerja pelabuhan.

5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan waktu 43200 menit (720 jam) yaitu selama September 2015 dengan menggunakan data pelabuhan Soekarno, maka dapat disimpulkan :

1. Distribusi untuk waktu antar kedatangan kapal yaitu Poisson.
2. Distribusi waktu pelayanan dibangkitkan dengan melihat ukuran dan jenis kapal yang berbanding lurus dengan waktu pelayanan sehingga waktu pelayanan berdistribusi seragam.
3. Rata-rata waktu tunggu kapal dalam di pelabuhan Soekarno berdasarkan simulasi yaitu 5,9276 menit.
4. Rata-rata pelayanan kapal di pelabuhan Soekarno berdasarkan simulasi yaitu 169 menit (2,81 jam).
5. Tingkat utilisasi dermaga dapat dilihat dari nilai *idletimenya* yaitu sebesar 0,0044.
6. Rata-rata antrian terpanjang berdasarkan simulasi antrian di pelabuhan Soekarno adalah 4 kapal.

Berdasarkan tingkat utilisasi dermaga dapat dilihat bahwa dermaga sangat sibuk untuk melayani kapal-kapal yang masuk, walaupun antrian masih bisa dikatakan normal. Tetapi banyak hal yang perlu diperhatikan dengan tingkat dermaga yang sesibuk ini, sehingga diperlukan perluasan panjang dermaga sesuai dengan yang sedang dikerjakan saat ini untuk perluasan dermaga karena sudah tidak mampu melayani dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Anaviroh. (2011). *Model Antrian Satu Server dengan Pola Kedatangan Berkelompok (Batch Arrival)*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.

Christopher, C. (2004). *Simulation Modeling Handbook :A Practical Approach*. Houston: University of Houston.

Dinayanti, T. T. (2002). *Operations Research Model-Model Pengambilan Keputusan, edisi ke 5*. Bandung: Sinal Baru Algensindo.

Giordano, F. R. (2014). *A First Course in Mathematical Modeling, Fifth Edition*. USA: 20 Channel Center Street.

Hogg, R. V., & Craig, A. T. (2004). *Introduction to Mathematical Statistics Fifth Edition*. Hongkong: Higher Education Press.

https://www.academia.edu/6462584/Pelabuhan_Soekarno_Hatta_Makasar_toto diakses Senin 16 November 2015

Indrawan. (2010). *Sistem, Model & Simulasi*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.

J.Lieberman, F. S. (2008). *Introduction to Operations Research, eight edition*. Yogyakarta: ANDI.

Jogiyanto, H. (2001). *Analisis Perancangan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi Offset.

Komunikasi Personal. Pelindo IV Makassar. 2015.

Kadir, A. (2014). *Buku Pertama Belajar Pemograman JAVA*. Yogyakarta: MediaKom.

Lieberman, F. S. (2008). *Introduction to Operations Research, eight edition*. Yogyakarta: ANDI.

Mansyur, S. (2010). *Karakteristik Pertumbuhan Kota Makassar Sebagai Tema Pameran*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Maruli, A. (2010). *Hasil Survei Terbaru Jumlah Pulau Indonesia*. Jakarta: Antara News.

Rangkuti, A. (2012). *7 Model Riset Operasi & Aplikasinya*. Surabaya: Brilian International.

Robinson, S. (2004). *Simulation The Practice of Model Develompment and Use*. John Wiley & Soni, Ltd.

Sugito. (2011). *Distribusi Poisson dan Distribusi Ekponensial Dalam Proses Stokastik*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Suherman, H. (2009). *Pengantar Statistika Matematika*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Supranto, J. (2006). *Riset Operasi Untuk Pengambilan Keputusan, edisi Revisi*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Taha, H. A. (1997). *Riset Operasi*. Jakarta: Binarupa Aksara.

Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan* . Yogyakarta: Beta Offset.